



„Beim iGEM-Wettbewerb (*international Genetically Engineered Machine competition*) reizen Studierende die Möglichkeiten der synthetischen Biologie aus, um Alltagsprobleme zu lösen“ – so formu-

Ein kreativer Sommer im Labor

liert es die unabhängige iGEM-Stiftung auf ihrer Website. Jährlich verbringen etwa 6.000 junge Menschen ihren Sommer mit der Umsetzung ihrer Ideen. Studierende konstruieren dabei weitgehend selbständig biologisch-technische Systeme mithilfe molekularer Methoden und austauschba-

rer DNA-Bausteine (*biobricks*). Dieses Jahr haben sich 352 Teams angemeldet, davon über die Hälfte aus Asien und ein Viertel aus Europa. Die 13 deutschen Teams stellen ihre Projekte in dieser und der kommenden BIOSpektrum-Ausgabe vor.

(stö) ■

iGEM-Team Marburg

OpenPlast – Chloroplasten als Schlüssel zu sicheren GVOs

© Springer-Verlag GmbH 2021

Der Mensch ist heute in der Lage, das Genom der Lebensmittel, die er anbaut, nach seinem Geschmack zu manipulieren, um beispielsweise den Ertrag zu verbessern oder die Herbizidtoleranz zu erhöhen. Selbst angesichts der Tatsache, dass verbesserte Nutzpflanzen für die Ernährung einer wachsenden Bevölkerung inmitten eines sich verändernden Klimas unerlässlich sind, befürchten viele, dass sich gentechnisch veränderten Organismen (GVOs) unkontrolliert ausbreiten könnten.

Wir Mitglieder des Marburger iGEM-Teams glauben an das Potenzial der Gentechnik, zur Lösung globaler Probleme beizutragen. Deshalb befürworten wir die Züchtung von Pflanzen, die nicht nur mehr produzieren, sondern auch auf eine verantwortungsvolle und sichere Weise. Ein Weg, dies zu erreichen, ist die gentechnische Veränderung des Chloroplasten, um transplastomische Pflanzen zu schaf-



fen. Ein Hauptvorteil von genetischen Modifikationen im Chloroplast ist, dass diese DNA nicht durch Pollen vererbt wird, was bedeutet, dass genetische Modifikationen im Chloroplasten im Falle einer Fremdbestäubung mit wilden Verwandten nicht weitergegeben würden.

Es gibt jedoch einen großen Nachteil bei Chloroplasten: Die derzeitigen Methoden zur Erzeugung transplastomischer Pflanzen sind mühsam und zeitaufwändig. Hier setzt unser OpenPlast-Projekt an.

Wir entwickeln zellfreie Systeme, um gentechnische Bausteine in Chloroplasten zu testen

– ohne die DNA in eine lebende Zelle bringen zu müssen. Hierfür isolieren wir Chloroplasten und schließen sie auf, um ihre komplette Maschinerie zu erhalten. Diese können wir anschließend dafür benutzen, um die gewünschten Veränderungen *in vitro* zu testen, bevor wir die eigentliche Pflanze verändern. Wir pipettieren einfach die DNA in das zellfreie System und beobachten, wie die Transkriptions- und Translationsmaschinerie der Zelle das gewünschte Protein produziert.

Dieser Ansatz könnte die Entwicklung neuer transplastomischer Pflanzen rasant beschleunigen. Wir glauben, dass wir damit der Forschung helfen werden, in kürzerer Zeit neue, sicherere und klimaresistente Pflanzensorten zu züchten.

Yasoo Morimoto, Jonas Freudigmann und das iGEM-Team Marburg
igem2021@staff.uni-marburg.de ■



iGEM-Team Aachen

Storagene – DNA als Datenspeicher

© Springer-Verlag GmbH 2021

Storagene

■ Auf Smartphones, Cloudspeichern oder in Archiven: Daten sind allgegenwärtig, und die Geschwindigkeit, mit der sie erzeugt werden, steigt exponentiell. Das Aachener iGEM-Team 2021 beschäftigt sich mit diesem Problem und möchte mit *Storagene* einen Prozess entwickeln, mit dem sich Daten in Form von DNA speichern lassen. Dies hat den Vorteil, dass die potenzielle Datendichte einige Dimensionen größer ist als die von herkömmlichen Datenspeichern. Zudem ist DNA als Molekül viele tausend Jahre lang haltbar.

Das Prinzip dahinter ist nichts komplett Neues: Daten können, ebenso wie als Einsen und Nullen bei einem Computer, als eine Abfolge der DNA-Basen A, C, T und G in DNA gespeichert werden. Der Harvard-Professor und Molekularbiologe George Church, mit dem sich das Team bereits austauschen konnte, spei-

cherte bereits sein Buch „Regenesis“ in Form von DNA.

Storagene möchte die bisherigen Systeme verbessern und setzt dafür bei der Synthese des DNA-Moleküls an. Statt der bisherigen, fast 60 Jahre alten chemischen Phosphoramiditsynthese wollen wir ein enzymatisches Verfahren verwenden. Das Problem: Chemisch erzeugte DNA-Stränge überschreiten selten eine Länge von 200 Basenpaaren und müssen später in einem weiteren Arbeitsschritt zusammengefügt werden. Mit dem Enzym Terminale Dioxynucleotidyl-Transferase (Tdt), das Nucleotide an einen ssDNA-Strang anfügt, könnten theoretisch wesentlich längere Stränge erzeugt werden, was die Kosten reduzieren würde. *Storagene* verlängert immobilisierte ssDNA-Primer zyklisch. Jeder Zyklus besteht aus der Verlängerung der ssDNA mittels Tdt in einer Lösung einer Sorte dNTPs und einem Wasch-



gang. Da nicht genau gesagt werden kann, wie viele Nucleotide in jedem Zyklus an einen Strang angehängt werden, verwenden wir eine Kodierung, bei der die Information nicht in der Abfolge einzelner Basen, sondern im Wechsel von einer Gruppe von Basen zur nächsten gespeichert ist.

Wir möchten uns bei unseren betreuenden Professoren Lars Blank, Ulrich Schwaneberg und Wolfgang Wiechert sowie dem IAMB, dem Schwaneberg-Labor und deren Mitarbeiter:innen für die Bereitstellung von Laborräumen und die fachliche Expertise bedanken.

**Matthias Monissen und
das iGEM-Team Aachen**
igem@rwth-aachen.de ■

iGEM-Team Hamburg

Electron transferial – Cytochrom-P450-Fusionsenzyme zur Terpenbiosynthese

© Springer-Verlag GmbH 2021

■ Die chemische Synthese von Naturstoff-abgeleiteten Arzneistoffen ist häufig sehr energieaufwändig und auf fossile Rohstoffe angewiesen. Mit Mikroorganismen und eukaryotischen Systemen lassen sich diese nachhaltiger und in sterischer Reinheit produzieren. Allerdings liegen viele der Zielsubstanzen nur in sehr niedrigen Mengen vor. Mit den Werkzeugen der synthetischen Biologie lassen sich biologische Systeme gezielt manipulieren

und diese Substanzen hochkompetitiv produzieren.

Wir vom iGEM-Team Hamburg erarbeiten neuartige Strategien, um Enzyme für variable Oxidationsreaktionen, die technologisch-chemisch nicht umsetzbar sind, zu entwickeln. Wir verwenden Cytochrom-P450-Enzyme (CYPs) für die Oxidation verschiedener Terpene, die später als Arzneimittel oder als biologische Kraftstoffe eingesetzt werden können.

Während der dabei ablaufenden Redoxreaktionen werden Elektronen vom CYP auf das Substrat übertragen. Die CYPs können jedoch nicht direkt von Reduktionsäquivalenten wie NADPH regeneriert werden. Nur in räumlicher Assoziation mit NADPH-Cytochrom-P450-Oxidoreduktasen sind diese funktional, was bislang die industrielle Anwendung von CYPs erschwert. Um dieses Problem zu umgehen, stellen wir Fusionsproteine zwischen CYPs und Reduktasen her, die folglich eine verbes-



serte Elektronenübertragung aufweisen und die Effizienz der Reaktion sowie die Produktausbeute erhöhen werden.

Da die räumliche Anordnung der einzelnen Domänen des CYP-Reduktase-Fusionsproteins eine wichtige Rolle spielt, testen wir verschiedene Reduktase- und CYP-Kombinationen mit variablen Linker-Sequenzen und -Längen, die wir mithilfe bioinformatischer Ansätze entwickeln. Zusätzlich werden wir den Metabolismus der Mikroorganismen modulieren, um so beispielsweise den Mevalonatweg in *Escherichia coli* zu integrieren, um die Anreicherung von Vorläufern für die Terpensynthese zu erhöhen.

Unser Ziel ist es, durch diese anwendungsorientierte Grundlagenforschung die Produktion biologischer relevanter Naturstoffe in Mikroorganismen zu ermöglichen.

**Marcel Zimmeck und
das iGEM-Team Hamburg**
igem.hamburg@gmail.com ■



iGEM-Team Bochum

Platylicious – Schnabeltier-Joghurt für den Umweltschutz

© Springer-Verlag GmbH 2021

Die Landwirtschaft, insbesondere die Viehhaltung mit Milch- und Fleischproduktion, trägt einen großen Teil zur Umweltzerstörung und somit zum Klimawandel bei. Alleine in Deutschland werden 47 Prozent der gesamten Fläche nur für landwirtschaftliche Zwecke genutzt. Durch den Einsatz von Antibiotika, Düngern und Pestiziden kommt es zusätzlich zum Verlust der Artenvielfalt.

Die Milchproduktion, die von den landwirtschaftlichen Bereichen abhängig ist, zeichnet sich besonders durch den starken Wasserverbrauch und Methanemissionen aus. 7,3 Pro-



zent aller deutschen Treibhausgasemissionen stammen aus der Landwirtschaft (ohne Einbezug der Düngereproduktion). Durch Umweltbelastung, Tierausschneidung und Tierleid suchen immer mehr Menschen nach Alternativen zu herkömmlich produzierten tierischen Produkten.

Unser Projekt setzt genau dort an: Wir beschäftigen uns mit der synthetischen Herstellung von Milch und Aromen in der Hefe. Ziel des *Project Platylicious* ist es, Vanillejoghurt zu produzieren, der sowohl auf Kuh- als auch auf Schnabeltiermilch basiert und sich in der Molekularstruktur nicht unterscheidet. Als Expressionsorganismus nutzen wir *Pichia pastoris*, die einige Vorteile birgt: Neben der posttranslationalen Modifikation, für die Produktion der verschiedenen Caseine (α s1-, α s2-, β -, κ -Caseine) ermöglicht die Sekretion eine er-



leichterte Aufreinigung der Proteine.

Die Fette der Milch werden anhand der Acetyl-CoA-Carboxyltransferase und Acyl-CoA-Thioesterase II aus *Escherichia coli* K12 synthetisiert. Die faszinierenden Eigenschaften des Schnabel-

tiers, wie das „Ausschwitzen“ der Milch oder deren antimikrobiellen Inhaltsstoffe, können in der Bevölkerung zudem ein Bewusstsein für gefährdete Arten schaffen.

Als erstes Team der RUB ist es somit unsere Vision, nicht nur für Abwechslung zu sorgen, sondern auch die Lebensmittelproduktion zu revolutionieren. Dabei freuen wir uns über die Unterstützung der Fakultät für Biologie und Biotechnologie, insbesondere die unseres Teamleiters (PI) Dirk Tischler.

Julia Kolozsy, Lea Hellwig, Luise Pinske, Marius Schnutenhaus, Viola Schniedenharn und das iGEM- Team Bochum
igem@ruhr-uni-bochum.de ■

iGEM-Team Stuttgart

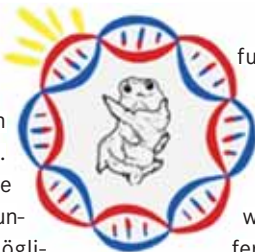
TardiSun – UV-Schutz von Bärtierchen inspiriert

© Springer-Verlag GmbH 2021

Bereits seit vielen Jahren und Forschungsprojekten sind die Eigenschaften und Fähigkeiten von Bärtierchen (*Tardigrada*) bekannt. Sie besitzen viele unterschiedliche Proteine, die das Überleben auch unter extremen Bedingungen ermöglichen. Wir möchten uns das Protein DSUP zu Nutzen machen, das die DNA der Bärtierchen vor UV-Licht schützt.

In unserem Projekt *TardiSun – Innovative UV Protection* konzentrieren wir uns dabei auf zwei Anwendungen: die Verbesserung der *live-cell imaging*-Methode zum besseren Schutz der Zellen und einen DSUP-basierten Strahlenschutz.

Beim *live-cell imaging* wird u. a. die Lokalisation von Proteinen in Zellen untersucht; dies stresst die Zellen stark. Die unterschiedlichen Effekte der Phototoxizität können die Zellen nachhaltig schädigen, deshalb möchten wir das DSUP in den Zellen exprimieren, um herauszufinden, ob es nachhaltig eine Schutz-



funktion übernehmen kann. Um die Experimente durchzuführen, verwenden wir transfizierte HeLa-Zellen, die in *live-cell imaging*-Experimenten gestresst werden. Dann wollen wir mit Proliferationsassays und Transkriptomanalyse untersuchen, ob die Transkriptionsmechanismen durch die Expression beeinflusst werden. Wenn keine Interaktionen auftreten, bietet die Methode einen großen Schutz und breiten Anwendungsbereich in der Mikroskopie.

Um die Eigenschaften des Proteins nicht nur in der Mikroskopie nutzen zu können, sondern auch weitere Anwendungsbereiche zu ermöglichen, möchten wir das Protein in *Escherichia coli* überexprimieren, isolieren und anschließend in Lösung bringen. Da aus vorherigen Studien bekannt ist, dass DSUP eine Ladungsinteraktion mit der DNA eingeht, wollen wir mithilfe von Plasmiden das Protein lösen. Des Weiteren wird es herausfordernd



und spannend werden, eine Methode zu entwickeln, wie das Protein auch ohne DNA-Interaktion eine schützende Wirkung aufbaut.

Wir freuen uns auf viele spannende Experimente und Methoden, bei denen unser elfköpfiges Team aus Master- und Bachelorstudierenden der technischen Biologie von vielen Expert:innen an unserer Universität unterstützt wird.

Stefanie Sprejz und das iGEM-Team Stuttgart
igem@ibvt.uni-stuttgart.de ■

iGEM-Team Darmstadt

Phagenproduktion in *Bacillus subtilis* gegen Pathogene

© Springer-Verlag GmbH 2021

■ Mit der Anwendung innovativer Biofilme hat sich das Darmstädter iGEM-Team bereits in zurückliegenden Projekten beschäftigt. Im letzten Jahr entwickelte das Vorgängerteam einen Biofilm, der abwasserbelastende Schadstoffe wie Medikamentenrückstände mithilfe von Enzymen abbaut. Unser diesjähriger Ansatz basiert auf *sleeper cells*, die trotz ihres Namens sehr „wache“ *Bacillus*-Zellen sind. Sie können Signalmoleküle von Pathogenen erkennen und zum richtigen Zeitpunkt Bakteriophagen freisetzen, die Pathogene in der Umgebung abtöten. Als Zielpathogen haben wir *Pseudomonas aeruginosa* gewählt. Dieses Bakterium bildet zum Beispiel Biofilme in Abwässern und kann ein breites Krankheitsspektrum auslösen. Während des Wachstums- und Koordinationsprozesses des Biofilms kommunizieren die *Pseudomonas*-Zellen mittels *quorum sensing*, beispielsweise über das spezifische Signalmolekül *N*-(3-Oxododecanoyl)-L-Homoserin-Lacton. In den *sleeper cells* akti-

viert dieses Signalmolekül dann einen von unserem Team konstruierten genetischen Schaltkreis und löst dadurch die Produktion der Bakteriophagen aus, die gegen *Pseudomonas* wirken. Dazu bringen wir das Phagen-genom in die *Bacillus*-Zellen ein und koppeln es an den genetischen Schaltkreis. Die Freisetzung der Phagen erfolgt abschließend mithilfe von Holinen, also Proteinen, die Poren in der Zellwand der *sleeper cells* bilden. Durch diese



Poren gelangen die Bakteriophagen schließlich zu den *Pseudomonas*-Zellen, die daraufhin infiziert und durch Lyse abgetötet werden.

Unsere Idee ist also eine Möglichkeit der spezifischen und effizienten Detektion sowie Bekämpfung von Pathogenen, die beispielsweise in Abwassersystemen zu finden sind. Um zu gewährleisten, dass unser modifizierter *B. subtilis* nicht unkontrolliert in die Umwelt gelangt, haben wir einen *kill-switch* entwickelt, bei dem das Bakterium auf *quorum sensing* angewiesen ist und abstirbt, sobald es den Biofilm verlässt.

Unser diesjähriges Team besteht aus 24 Mitgliedern der Studiengänge Biologie, Molekulare Biotechnologie, Chemie und sogar Asienwissenschaften, was uns einen aktiven und dynamischen Austausch zwischen Natur- und Sozialwissenschaft ermöglicht.

Emilia Wrede, Pegi Shehu und das iGEM-Team Darmstadt
igem@bio.tu-darmstadt.de ■

iGEM-Team Bielefeld

P.L.A.N.T. – make the invisible visible

© Springer-Verlag GmbH 2021

■ Krieg und Terror hinterlassen viele Spuren. Neben zahllosen verlorenen Menschenleben, zerstörten Familien und Infrastrukturen bleiben auch unsichtbare Gefahren zurück: Chemische Waffen, die erfunden wurden, um Gegnern zu schaden oder sie zu töten und dann achtlos entsorgt wurden, entwickeln sich zu tickenden Zeitbomben. Durch Reaktionen mit der Umgebung können sie erneut zur Gefahr für Mensch und Natur werden.

Allein in Deutschland werden an über 200 Orten Überreste von Chemiewaffen vermutet. Das Aufspüren gestaltet sich jedoch schwierig, weil sowohl der genaue Standort als auch die Gefahren nicht eindeutig bestimmbar sind. Deshalb entwickeln wir eine Methode, um die Abbauprodukte von Chemiewaffen aufzuspüren. Diese Methode soll kostengünstig und effizient sein und es ermöglichen, mit minimalem Aufwand große Gebiete nach gefährlichen Chemikalien abzusuchen. Unsere Lösung ist P.L.A.N.T. (*plantbased ligand activated noxious agent tracker*), eine gentechnisch veränderte Pflanze, die die Fä-

higkeit besitzt, Chemikalien spezifisch zu detektieren und dies optisch anzuzeigen.

Die intrazelluläre Signalweiterleitung für die Detektion geschieht über einen Mechanismus, der aus der bakteriellen Chemotaxis adaptiert wurde.

Dafür designen wir computergestützt ein periplasmatisches Bindeprotein. Wenn dieses die zu detektierende Chemikalie spezifisch bindet, lagert es sich an ein Fusionsprotein aus einem Transmembranprotein und einer Histidinkinase an. So wird das Signal in die Zelle weitergeleitet und aktiviert dort einen Transkriptionsfaktor. Dieser gelangt in den Zellkern und induziert die Expression des Reporters RUBY. Durch Betalain, dem Syntheseprodukt von RUBY, wird ein roter Farbumschlag der Pflanze erzeugt, sodass die Anwesenheit der Chemiewaffenabbauprodukte mit dem bloßen Auge erkennbar ist.

P.L.A.N.T. kann zukünftig durch den Austausch des Rezeptors einfach mo-

difiziert werden. Dadurch könnten weitere Schadstoffe detektiert werden. So wollen wir für eine Zukunft, in der genetisch modifizierte Organismen ein Teil unseres Alltags sein könnten, ein System etablieren, um die Welt ein wenig sicherer zu machen und vor weiteren unsichtbaren Gefahren zu schützen.

Jonas Dauster, Julia Macholl, Eva Marie Schmiedekamp und das iGEM-Team Bielefeld-CeBiTec
info@igem-bielefeld.de ■



iGEM-Team Kaiserslautern

MoClo Mania – Modular Cloning für Leishmanien

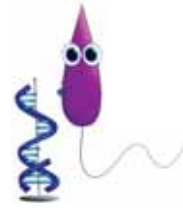
© Springer-Verlag GmbH 2021

■ Ob zur Behandlung von Blutgerinnungsstörung, Nierenversagen oder Diabetes: Proteine dienen immer häufiger humantherapeutischen Zwecken. Schon seit Jahrzehnten gibt es Erfahrungen mit ihrer biotechnologischen Produktion. Insulin wird seit 1982 in *Escherichia coli* hergestellt, denn es weist im Gegensatz zu vielen anderen Proteinen keine Glykosylierungen auf. Glykosylierungen sind problematisch, weil die Muster je nach Organismus stark variieren und die Proteine dann im Menschen nicht funktionieren. Daher



nutzen wir einen Organismus, der möglichst menschenähnlich glykosyliert: *Leishmania tarentolae*. Leishmanien sind einzellige Protozoen, die als Parasiten Wirbeltiere befallen und die Leishmaniose – eine vielfältige Infektionskrankheit – auslösen. Die von uns verwendeten Leishmanien sind jedoch nicht pathogen. Neben den menschenähnlichen Glykosylierungsmustern ist die – im Vergleich zu anderen eukaryotischen Systemen – einfache und schnelle Kultivierung ein Vorteil.

Um unsere Gensequenzen in Leishmanien einzubauen, greifen wir auf ein System zurück, das für viele andere Organismen bereits etabliert ist: Modular Cloning. Sylvestre Marillonet *et al.* hatten 2011 ein modernes Baukastensystem für Gene entwickelt. Hierbei designt man Gensequenzen mit spezifischen Überhängen, sodass sie nur in der richtigen Reihenfolge zusammengesetzt werden können. Diese werden jeweils in einen Vektor eingebaut, aus dem



sie alle mit demselben Restriktionsenzym ausgeschnitten, werden. Entscheidend ist, dass dieses Typ-IIS-Restriktionsenzym nicht in, sondern außerhalb der Erkennungssequenz schneidet. So wird diese bei der Restriktion ausgeschnitten, und die Gene setzen sich in der richtigen Reihenfolge im Zielplasmid zusammen, ohne wieder ausgeschnitten werden zu können.

Das System ist bisher nicht für Leishmanien verwendbar, da diese eine andere *codon usage* haben als typische Modellorganismen. Unser Ziel ist es, das System für Leishmanien nutzbar zu machen, indem wir eine Genbibliothek erstellen, deren *codon usage* auf Leishmanien angepasst ist. Dies ermöglicht es, menschenähnliche Proteine effizient zu produzieren und vereinfacht somit deren Anwendung für therapeutische Zwecke.

**Julia Spänle und
das iGEM-Team TU Kaiserslautern 2021**
igem@bio.uni-kl.de ■

iGEM-Team Bonn

BioLan – proteinbasierte selektive Extraktion von Lanthaniden aus Erzen

© Springer-Verlag GmbH 2021



■ Lanthanide bilden die Mehrheit der hochrelevanten Seltene-Erde-

Metalle und besitzen hervorragende katalytische und magnetische Eigenschaften. Sie sind essenziell für die moderne Automobil- und Kommunikationstechnik sowie als MRT-Kontrastmittel in der medizinischen Diagnostik. Der aktuelle Aufreinigungsprozess aus Erzen ist durch energieintensive Verfahrensschritte, Einsatz großer Mengen von Säuren und chemischen Chelatoren sowie durch Ko-Extraktion radioaktiven Thoriums charakterisiert.

Im Projekt BioLan entwickeln wir ein proteinbasiertes Verfahren zur Steigerung der Selektivität und Nachhaltigkeit in der Lanthanidgewinnung. Lanmodulin (LanM) aus dem Bakterium *Methylobacterium extorquens* bindet trivalente Lanthanidionen (Ln^{3+}) hochspezifisch, resultierend in einer starken LanM-Konformationsänderung. Aufgrund exzellenter Toleranz gegenüber niedrigen pH-Werten und hohen Temperaturen besitzt LanM hervorragende Eigenschaften für metallurgische Prozesse.



LanM bindet Ln^{3+} bei $\text{pH} \geq 2,5$ und bis $> 90^\circ \text{C}$ mit picomolarer Affinität [1]. Die Ln^{3+} -Bindkapazität des Proteins ist im stark sauren Milieu ($\text{pH} < 2,5$) aufgehoben, wird jedoch unter milderen Bedingungen verlustfrei wiederhergestellt. Somit bietet sich LanM sowohl für

industrielle Anwendungen als auch zur Erforschung der Grundlagen für diese außergewöhnlichen Bindefähigkeiten an.

Das iGEM-Team Bonn setzt LanM, in *Escherichia coli* heterolog produziert, zur Bindung von Ln^{3+} in Erzlaugen ein. Dabei liegt der Fokus auf den Erzen Monazit, Loparit und Laterit – industriell relevanten Ln^{3+} -Quellen. Nach Isolierung des LanM- Ln^{3+} -Komplexes setzt das Protein durch pH-Absenkung reine Ln^{3+} -Ionen frei. Mit dem Fokus auf industrieller Anwendung optimieren wir das Verfahren hinsichtlich Kosten, Upscaling und Nachhaltigkeit. Zusätzlich ist der Ansatz aufgrund der hohen Selektivität und Affinität von LanM dazu geeignet, den derzeit offenen Ln^{3+} -Kreislauf durch Recycling der Seltene-Erde-Metalle zu schließen.

Literatur

[1] Deblonde GJP, Mattocks JA *et al.* (2020) Selective and efficient biomacromolecular extraction of rare-earth elements using Lanmodulin. *Inorg Chem* 59: 11855–11867

**Friedrich J. Ehinger und Rishabh Jain und
das iGEM-Team Bonn**
igem-bonn@smail.bcw.h-brs.de ■